

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



4/11/01  
J1036 U.S. PTO  
09/897870  
07/02/01

## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 100 30 980.1

Anmeldetag: 30. Juni 2000

Anmelder/Inhaber: ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

Bezeichnung: Verfahren zur Steuerung des Programmablaufs  
in einem Mikrocontroller

IPC: G 06 F, G 05 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 15. Mai 2001  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

EL234411059US

Weihnacht

5 30.06.2000  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart

10 Verfahren zur Steuerung des Programmablaufs in einem  
Mikrocontroller

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur  
Steuerung des Ablaufs eines auf mindestens einem  
15 Mikroprozessor eines Mikrocontrollers ablauffähigen  
Programms. Die Erfindung betrifft des weiteren einen  
Mikrocontroller mit mindestens einem Mikroprozessor, wobei  
auf dem mindestens einen Mikroprozessor ein Programm  
ablauffähig ist. Schließlich betrifft die vorliegende  
20 Erfindung ein Steuerelement, insbesondere Read-Only-Memory,  
Random-Access-Memory oder Flash-Memory. Das Steuerelement  
wird in einem Steuergerät insbesondere eines Kraftfahrzeugs  
eingesetzt. Alternativ kann das Steuerelement auch in einer  
Testvorrichtung zum Testen eines Mikrocontrollers, eines  
25 Steuergeräts und/oder eines auf mindestens einem  
Mikroprozessor des Mikrocontrollers ablauffähigen Programms  
eingesetzt werden.

Stand der Technik

30 Aus dem Stand der Technik sind Mikrocontroller bekannt, die  
mindestens einen Mikroprozessor, einen Analog/Digital  
(A/D)-Wandler, einen Digital/Analog (D/A)-Wandler, einen  
Datenbus, interne Steuerelemente (z. B. ein Read-Only-  
35 Memory) und/oder weitere Bauelemente umfassen. Mindestens  
ein derartiger Mikrocontroller ist bspw. Teil eines  
Steuergerätes für ein Kraftfahrzeug. Das Steuergerät dient

zur Steuerung/Regelung von technischen Vorgängen und  
Prozessen (Brennkraftmaschine, Getriebe, Fahrwerk,  
Klimaanlage) in dem Kraftfahrzeug. In einem Steuerelement  
- einem internen oder externen Speicherelement - des  
5 Mikrocontrollers ist ein Steuerprogramm zur Ausführung der  
Steuerung/Regelung abgespeichert. Das Steuerprogramm ist  
auf mindestens einem der Mikroprozessoren des  
Mikrocontrollers ablauffähig. Ein derartiger  
Mikrocontroller kann aber auch Teil eines Steuergerätes für  
10 eine beliebige andere Steuerungs-/Regelungsanwendung sein.

Die Mikrocontroller unterschiedlicher Hersteller, aber auch  
die Mikrocontroller des gleichen Herstellers und sogar die  
Mikrocontroller innerhalb einer Controller-Familie des  
15 gleichen Herstellers können hardwaremäßig unterschiedlich  
ausgebildet sein. Die verschiedenen Mikrocontroller  
unterscheiden sich bspw. durch die verwendeten Bauelemente.  
Die unterschiedlichen Versionen eines Mikrocontrollers  
innerhalb einer Controller-Familie werden als Controller-  
20 Steps bezeichnet. Die einzelnen Controller-Steps können  
einen unterschiedlichen Umfang an Funktionalitäten (sog.  
Features) und/oder unterschiedliche fehlerhafte  
Funktionalitäten aufweisen. Die fehlerhaften  
Funktionalitäten müssen durch sog. Workarounds umgangen  
25 werden, wobei versucht wird, die fehlerhafte Funktionalität  
mittels anderer Funktionalitäten nachzubilden.

Unter Hardware gemäß der vorliegenden ....

30 Es sind bspw. Mikrocontroller bekannt, bei denen der A/D-  
Wandler einen Analog- in einen Digitalwert wandelt, diesen  
zur Anzeige bringt und dann durch Setzen eines Bits einen  
Interrupt auslöst. Bei einem Mikrocontroller eines  
bestimmten Controller-Steps ist jedoch der Fehler bekannt,  
35 dass kein Interrupt-Bit gesetzt wird. Dieser Fehler läßt  
sich dadurch umgehen, dass das Interrupt-Bit nach einer

vorgebbaren Zeitdauer nach Beginn der A/D-Wandlung gesetzt wird. Die Zeitdauer wird so gewählt, dass die A/D-Wandlung auch im sog. Worst Case beendet ist. Der fehlerbehaftete ereignisgetriggerte Interrupt wird also durch einen  
5 zeitgetriggerten Interrupt umgangen.

Bei anderen Mikrocontrollern eines bestimmten Controller-Steps funktionieren bestimmte Befehlssequenzen nicht. Dieser Fehler kann dadurch umgangen werden, dass die  
10 fehlerhaften Befehlssequenzen vermieden und die Funktionalität dieser Sequenzen entweder nicht zur Verfügung steht oder aber durch andere Befehlssequenzen emuliert wird.

15 Aus den oben beschriebenen Gründen unterschiedlicher Funktionalitäten und notwendiger Workarounds wird das auf dem mindestens einen Mikroprozessor des Mikrocontrollers ablauffähige Programm nach dem Stand der Technik an den jeweiligen Controller-Step angepasst. Die Folge sind jedoch  
20 eine Vielzahl unterschiedlicher Programme, die bei Software-Updates alle gepflegt werden müssen. Soll bei einem Mikrocontroller für ein Steuergerät einer Brennkraftmaschine bspw. ein neue, kraftstoffsparendes Steuerprogramm durch einen Software-Update implementiert  
25 werden, müssen die Steuerprogramme sämtlicher Controller-Steps überarbeitet und dem entsprechenden Mikrocontroller zugeordnet werden. Das stellt einen erheblichen Arbeits- und Kostenaufwand dar. Auch das Zuordnen der Software-Updates an die verschiedenen Mikrocontroller des  
30 entsprechenden Controller-Steps stellt einen erheblichen verwaltungstechnischen Aufwand dar.

Aus dem Stand der Technik sind darüber hinaus Mikrocontroller bekannt, die Teil einer Testvorrichtung zum  
35 Testen eines weiteren Mikrocontrollers, eines Steuergeräts und/oder eines auf mindestens einem Mikroprozessor des

weiteren Mikrocontrollers ablauffähigen Programms sind. In dem Steuerelement des Mikrocontrollers ist dann ein Testprogramm abgespeichert. Das Testprogramm ist auf mindestens einem der Mikroprozessoren des Mikrocontrollers der Testvorrichtung ablauffähig. Der weitere Mikrocontroller ist bspw. Teil eines Steuergeräts für ein Kraftfahrzeug. Mit der Testvorrichtung kann die Bestückung des weiteren Mikrocontrollers oder des kompletten Steuergeräts mit Bauelementen und das Steuerprogramm des weiteren Mikrocontrollers überprüft werden. Für einen optimalen Test des weiteren Mikrocontrollers, des Steuergeräts und des Steuerprogramms, sollte das Testprogramm an den Controller-Step des weiteren Mikrocontrollers des Steuergeräts angepaßt sein. Nach dem Stand der Technik wird entweder auf einen derart optimierten Test verzichtet, oder aber für jeden Controller-Step ein eigenes Testprogramm zur Verfügung gestellt. Die Pflege dieser Testprogramme ist äußerst arbeits- und kostenintensiv.

Aus dem Stand der Technik sind Mikrocontroller bekannt, die sog. Informationsregister aufweisen, in denen Informationen über die Hardware des Mikrocontrollers abgespeichert sind. Die Informationsregister sind vorzugsweise nur lesbar ausgebildet und enthalten bspw. Informationen über den Hersteller des Mikrocontrollers, die herstellende Abteilung oder das herstellende Werk, über den Mikrocontroller-Typ, die Mikrocontroller-Familie, den Mikrocontroller-Step oder die Mikrocontroller-Revisionsnummer, über die Größe und die Art des internen Speicherelements oder über die Art der Programmierung des internen Speicherelements. Die Informationsregister können in dem Mikrocontroller außerhalb des Mikroprozessors angeordnet sein, sie können aber auch Bestandteil des Mikroprozessors sein.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, den Ablauf eines

auf mindestens einem Mikroprozessor eines Mikrocontrollers ablauffähigen Programms möglichst derart zu steuern, dass das Programm an die unterschiedlichen Controller-Steps eines Mikrocontrollers flexibel angepasst werden kann.

5

Zur Lösung dieser Aufgabe schlägt die Erfindung ausgehend von dem Verfahren der Eingangs genannten Art vor, dass aus mindestens einem Informationsregister eines Mikrocontrollers Informationen über die Hardware des Mikrocontrollers eingelesen werden und in Abhängigkeit von den eingelesenen Informationen mindestens ein Schalter betätigt wird, durch den der Ablauf des Programms gesteuert wird.

10

15

Vorteile der Erfindung

Erfindungsgemäß wird also vorgeschlagen, den Ablauf eines auf dem Mikrocontroller ablauffähigen Programms dadurch zu steuern, dass zunächst die Hardware, bspw. der Controller-Step, eines Mikrocontrollers ermittelt wird. Die Hardware eines Mikrocontrollers kann durch Bestückung des Controllers mit unterschiedlichen Bauelementen verändert werden. Es sind aber auch Mikrocontroller bekannt, bei denen die Hardware über einen programmierbaren Mikrocode - also Software - konfiguriert werden kann. Bei derartigen Mikrocontrollern ist es denkbar, dass zur Steuerung des Programms zusätzlich zu den Informationen aus den Informationsregistern noch Informationen über den Mikrocode eingelesen werden.

20

25

30

Der Mikrocontroller, über dessen Hardware Informationen eingelesen werden, kann der Mikrocontroller sein, auf dem das zu steuernde Programm abläuft, oder aber auch ein weiterer Mikrocontroller sein. In Abhängigkeit von den ermittelten Hardware-Informationen werden dann bestimmte Schalter derart gesetzt, dass bestimmte Workarounds und

35

bestimmte Programm-Funktionalitäten aktiviert bzw. deaktiviert werden. Der Programmablauf wird also an die Hardware eines Mikrocontrollers angepasst.

5 Die einzulesenden Informationen über die Hardware des  
Mikrocontrollers umfassen bspw. den Hersteller, den Typ,  
die Art und die Größe der für den Mikrocontroller  
verwendeten Bauelemente. Diesen Informationen sind genaue  
Angaben darüber zugeordnet, welche Funktionalitäten bei  
10 welchem Informationsinhalt vorhanden bzw. nicht vorhanden  
sind oder welche Fehler bei welchem Informationsinhalt  
auftreten und durch welche Workarounds die Fehler umgangen  
werden können. Es ist denkbar, dass der Inhalt der  
Informationsregister unmittelbar zur Betätigung der  
15 Schalter herangezogen wird.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der vorliegenden  
Erfindung wird vorgeschlagen, dass Informationen über  
mindestens einen Mikroprozessor des Mikrocontrollers  
20 und/oder über mindestens ein weiteres Bauelement des  
Mikrocontrollers eingelesen werden. Das weitere Bauelement  
ist bspw. als ein internes Speicherelement, ein A/D-  
Wandler, ein D/A-Wandler oder ein Datenbus, bspw. ein  
Controller Area Network (CAN)-Bus, des weiteren  
25 Mikrocontrollers ausgebildet. Ganz allgemein gesagt, können  
über all diejenigen weiteren Bauteile des Mikrocontrollers  
Informationen eingelesen werden, die eine Anpassung des  
Programmablaufs erforderlich machen könnten.

30 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden  
Erfindung wird vorgeschlagen, dass der Ablauf eines auf dem  
mindestens einen Mikroprozessor des Mikrocontrollers einer  
Testvorrichtung ablauffähigen Testprogramms zum Testen  
eines weiteren Mikrocontrollers, eines Steuergeräts  
35 und/oder eines auf mindestens einem Mikroprozessor des  
weiteren Mikrocontrollers ablauffähigen Steuerprogramms in

Abhängigkeit von den Informationen über die Hardware des weiteren Mikrocontrollers gesteuert wird. Gemäß dieser Ausführungsform ist also der Mikrocontroller Teil einer Testvorrichtung und der weitere Mikrocontroller Teil eines Steuergeräts für ein Kraftfahrzeug. Auf mindestens einem der Mikroprozessoren des Mikrocontrollers der Testvorrichtung ist ein Testprogramm ablauffähig, mit dem der weitere Mikrocontroller, das komplette Steuergerät bzw. ein auf mindestens einem der Mikroprozessoren des weiteren Mikrocontrollers ablauffähiges Steuerprogramm getestet wird. Der Ablauf des Testprogramms wird in Abhängigkeit von den Hardware-Informationen über den weiteren Mikrocontroller des Steuergeräts gesteuert bzw. konfiguriert. Das Testprogramm kann somit individuell an die Hardware des weiteren Mikrocontrollers angepasst werden. Es können auf die Hardware gezielt abgestimmte Testmuster durchlaufen werden. Auf diese Weise kann wesentlich gründlicher, genauer und zuverlässiger getestet werden, und der Vorgang des Testens wird wesentlich erleichtert, da ein Tester nicht erst für jede Hardware bzw. für jedes Steuerprogramm das entsprechende Testprogramm auswählen muss. Dies geschieht nach dem erfindungsgemäßen Verfahren vielmehr vollautomatisch.

Es sind bspw. verschiedene Mikrocontroller-Steps einer Controller-Familie bekannt, die sich dadurch unterscheiden, dass ein Speicherelement bei einem Step on-chip und bei einem anderen Step off-chip angeordnet ist. Das Testprogramm kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren auf eine besonders einfache und zuverlässige Weise entsprechend dem jeweiligen Mikrocontroller-Step konfiguriert und der Ablauf des Programms entsprechend gesteuert werden.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass der Ablauf eines auf mindestens einem Mikroprozessor des Mikrocontrollers eines



Steuergeräts ablauffähigen Steuerprogramms zur Steuerung/Regelung von technischen Vorgängen und Prozessen insbesondere in einem Kraftfahrzeug in Abhängigkeit von den Informationen über die Hardware des Mikrocontrollers gesteuert wird. Gemäß dieser alternativen Ausführungsform ist der Mikrocontroller also Teil eines Steuergeräts. Auf mindestens einem der Mikroprozessoren des Mikrocontrollers des Steuergeräts ist ein Steuerprogramm ablauffähig ist. Der Ablauf des Steuerprogramms wird in Abhängigkeit der Hardware des Mikrocontrollers gesteuert, auf dem das Steuerprogramm ablauffähig ist. Auf diese Weise kann für verschiedene Mikrocontroller unterschiedlicher Hardware ein einziges Steuerprogramm eingesetzt werden. Es muss nur noch ein Steuerprogramm gewartet werden. Bei neuen Controller-Steps wird das Steuerprogramm entsprechend erweitert. Die Erweiterung besteht insbesondere in einer Definition der Schalter und einer Programmierung von zusätzlichen Funktionalitäten und/oder Modifikationen (Hinzufügen, Entfernen, Ändern des Programms) bzgl. Workarounds. Software-Updates des Steuerprogramms können dadurch wesentlich einfacher und kostengünstiger durchgeführt werden.

Von besonderer Bedeutung ist die Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens in Form eines Steuerelements, das für ein Steuergerät insbesondere eines Kraftfahrzeugs oder für eine Testvorrichtung zum Testen eines Mikrocontrollers, eines Steuergeräts und/oder eines auf mindestens einem Mikroprozessor des Mikrocontrollers ablauffähigen Programms vorgesehen ist. Dabei ist auf dem Steuerelement ein Programm abgespeichert, das auf einem Rechenggerät, insbesondere auf einem Mikroprozessor, ablauffähig und zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist. In diesem Fall wird also die Erfindung durch ein auf dem Steuerelement abgespeichertes Programm realisiert, so dass dieses mit dem Programm

versehene Steuerelement in gleicher Weise die Erfindung darstellt wie das Verfahren, zu dessen Ausführung das Programm geeignet ist. Als Steuerelement kann insbesondere ein elektrisches Speichermedium zur Anwendung kommen, beispielsweise ein Read-Only-Memory oder ein Flash-Memory.

Als eine weitere Lösung der Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass der Mikrocontroller Mittel zum Einlesen von Informationen über die Hardware eines Mikrocontrollers aus mindestens einem Informationsregister des Mikrocontrollers und mindestens einen in Abhängigkeit von den eingelesenen Informationen betätigbaren Schalter zur Steuerung des Ablaufs des auf dem mindestens einen Mikroprozessor des Mikrocontrollers ablauffähigen Programms aufweist.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Mittel zum Einlesen von Informationen Informationen über mindestens einen Mikroprozessor des Mikrocontrollers und/oder über mindestens ein weiteres Bauelement des Mikrocontrollers einlesen. Die Informationen über das mindestens eine weitere Bauelement des Mikrocontrollers umfassen vorteilhafterweise Informationen über ein internes Speicherelement, einen Analog/Digital (A/D)-Wandler, einen Digital/Analog (D/A)-Wandler und/oder mindestens einen Datenbus.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass der Mikrocontroller Teil einer Testvorrichtung zum Testen eines weiteren Mikrocontrollers, eines Steuergeräts und/oder eines auf mindestens einem Mikroprozessor des weiteren Mikrocontrollers ablauffähigen Programms ist. Gemäß dieser Ausführungsform sind der Mikrocontroller, auf dem das zu steuernde Programm abläuft, und der weitere

Mikrocontroller, in Abhängigkeit dessen Hardware der Programmablauf gesteuert wird, zwei getrennte Mikrocontroller. Der Ablauf eines auf dem Mikrocontroller ablauffähigen Testprogramms wird in Abhängigkeit von den über den weiteren Mikrocontroller bspw. eines Steuergeräts eingelesenen Informationen gesteuert.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass der Mikrocontroller Teil eines Steuergeräts zur Steuerung/Regelung von technischen Vorgängen und Prozessen insbesondere in einem Kraftfahrzeug ist. Gemäß dieser alternativen Ausführungsform wird bspw. der Ablauf eines auf dem Mikrocontroller ablauffähigen Steuerprogramms in Abhängigkeit von den über diesen Mikrocontroller eingelesenen Informationen gesteuert.

#### Zeichnung

Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in der Zeichnung dargestellt sind. Dabei bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen oder deren Rückbeziehung sowie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. Darstellung in der Beschreibung bzw. in der Zeichnung. Es zeigen:

Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Mikrocontroller gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 2 einen erfindungsgemäßen Mikrocontroller gemäß einer zweiten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung; und

Fig. 3 ein Ablaufdiagramm eines erfindungsgemäßen  
Verfahrens gemäß einer bevorzugten  
Ausführungsform.

## 5 Beschreibung der Ausführungsbeispiele

10 In Fig. 1 ist ein Mikrocontroller in seiner Gesamtheit mit dem Bezugszeichen 1 bezeichnet. Der Mikrocontroller 1 weist einen Mikroprozessor 2, ein als Flash-Memory ausgebildetes internes Speicherelement 3, einen Analog/Digital (A/D)-Wandler 4 und einen als Controller Area Network (CAN)-Bus ausgebildeten Datenbus 5 auf. In einem Informationsregister 6 des Mikrocontrollers 1 sind Informationen über die Hardware des Mikrocontrollers abrufbar abgelegt.

15 Die Mikrocontroller unterschiedlicher Hersteller, aber auch die Mikrocontroller des gleichen Herstellers und sogar die Mikrocontroller innerhalb einer Controller-Familie des gleichen Herstellers können hardwaremäßig unterschiedlich  
20 ausgebildet sein. Die verschiedenen Mikrocontroller unterscheiden sich bspw. durch die verwendeten Bauelemente. Die unterschiedlichen Versionen eines Mikrocontrollers innerhalb einer Controller-Familie werden als Controller-Steps bezeichnet. Die Controller-Steps sind noch einmal in  
25 verschiedene Revisionen unterteilt. Die einzelnen Controller-Steps oder Revisionen können einen unterschiedlichen Umfang an Funktionalitäten (sog. Features) und/oder unterschiedliche fehlerhafte Funktionalitäten aufweisen. Die fehlerhaften  
30 Funktionalitäten müssen durch sog. Workarounds umgangen werden, wobei versucht wird, die fehlerhafte Funktionalität mittels anderer Funktionalitäten nachzubilden. Die in dem Informationsregister 6 abgelegten Informationen umfassen bspw. Informationen über den Hersteller des  
35 Mikrocontrollers 1, die herstellende Abteilung oder das herstellende Werk, über den Mikrocontroller-Typ, die

Mikrocontroller-Familie, den Mikrocontroller-Step oder die Mikrocontroller-Revisionsnummer, über die Größe und die Art des internen Speicherelements 3 oder über die Art der Programmierung des internen Speicherelements 3.

5

10

15

Der Mikrocontroller 1 ist Teil eines Steuergeräts 7 zur Steuerung/Regelung von technischen Vorgängen und Prozessen insbesondere in einem Kraftfahrzeug. In einem externen Speicherelement 8 ist ein auf dem Mikroprozessor 2 des Mikrocontrollers 1 ablauffähiges Steuerprogramm gespeichert. Das Steuerprogramm muss auf den Umfang der Funktionalitäten des Mikrocontrollers 1 (welche Befehlssequenzen dürfen in dem Steuerprogramm enthalten sein ?), auf die fehlerhaften Funktionalitäten (welche Befehlsequenzen sollten vermieden werden und durch welche Workarounds können sie umgangen werden ?) und auf die Hardware des Mikrocontrollers 1 abgestimmt sein.

20

25

30

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass der Ablauf des Steuerprogramms in Abhängigkeit von den in dem Informationsregister 6 abgelegten Informationen über die Hardware des Mikrocontrollers 1 gesteuert wird (vgl. Fig. 3). Nach dem Start des erfindungsgemäßen Verfahrens in Funktionsblock 30 werden in Funktionsblock 31 zunächst Informationen über die Hardware des Mikrocontrollers 1 aus dem Informationsregister 6 eingelesen. In Abhängigkeit der eingelesenen Informationen werden in Funktionsblock 32 Schalter gesetzt, durch die der Ablauf des Steuerprogramms beeinflussbar ist. Anschließend wird das Steuerprogramm mit den gesetzten Schaltern durchlaufen, was symbolisch durch Funktionsblock 33 angedeutet ist. In Funktionsblock 34 ist das Verfahren beendet.

35

Mithilfe der Schalter können Befehlssequenzen für bestimmte Funktionalitäten des Mikrocontrollers 1 oder bestimmte Workarounds aktiviert bzw. deaktiviert werden. Außerdem

kann das Steuerprogramm durch die Schalter an die Hardware des Mikrocontrollers 1 angepaßt werden. So wird bspw. durch Informationen über die Art und Größe des internen Speicherelements 3 bzw. des externen Speicherelements 8 definiert, innerhalb welcher Speicherbereiche auf das interne Speicherelement 3 zugegriffen werden kann bzw. auf den externen Speicher zugegriffen werden muss. Aus Gründen einer kürzeren Zugriffszeit wird vorzugsweise auf das interne Speicherelement 3 zugegriffen. Wenn in dem internen Speicherelement 3 während des Programmablaufs Adaptions- und/oder Diagnosewerte abgelegt werden, kann aus Informationen über die Größe des internen Speicherelements 3 festgelegt werden, in welchem Umfang diese Werte abgespeichert werden. Bei einem kleinen internen Speicherelement 3 kann bspw. nur ein Teilumfang der theoretisch abspeicherbaren Werte abgespeichert werden. Durch Informationen über die Art der Programmierung des internen Speicherelements 3 können die in dem Steuerprogramm abgelegten Programmieralgorithmen angepasst werden.

In Fig. 2 ist ein zweites Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Mikrocontrollers in seiner Gesamtheit mit dem Bezugszeichen 11 bezeichnet. Der Mikrocontroller 11 weist einen Mikroprozessor 12, ein als Flash-Memory ausgebildetes internes Speicherelement 13, einen Analog/Digital (A/D)-Wandler 14 und einen als Controller Area Network (CAN)-Bus ausgebildeten Datenbus 15 auf. Der Mikrocontroller 11 steht über den Datenbus 15 mit einem Steuergerät 7 in Verbindung. Das Steuergerät 7 weist einen weiteren Mikrocontroller 1 auf, der u. a. auch ein Informationsregister 6 aufweist, in dem Informationen über die Hardware des Mikrocontrollers 1 abrufbar abgelegt sind.

Der Mikrocontroller 11 ist Teil einer Testvorrichtung 17 zum Testen des weiteren Mikrocontrollers 1, des kompletten

Steuergeräts 7 und/oder eines auf mindestens einem Mikroprozessor 2 des weiteren Mikrocontrollers 1 ablauffähigen Steuerprogramms zur Steuerung/Regelung von technischen Vorgängen und Prozessen insbesondere in einem Kraftfahrzeug. In einem externen Speicherelement 18 ist ein auf dem Mikroprozessor 12 des Mikrocontrollers 11 ablauffähiges Testprogramm gespeichert. Das Testprogramm muss auf den Umfang der Funktionalitäten des weiteren Mikrocontrollers 1 (welche Bauelemente des weiteren Mikrocontrollers 1 und welche Befehlssequenzen des Steuerprogramms dürfen von dem Testprogramm getestet werden ?), auf die fehlerhaften Funktionalitäten (welche Bauelemente und welche Befehlsequenzen sollten von dem Testprogramm vermieden werden ?) und auf die Hardware des Mikrocontrollers 1 abgestimmt sein, um den weiteren Mikrocontroller 1 bzw. das Steuerprogramm möglichst umfangreich, genau und zuverlässig testen zu können.

Die einzelnen Bauelemente 2, 3, 4, 5, 6, 8 und 12, 13, 14, 15, 16, 18 der Mikrocontroller 1, 11 sind entweder über physische Leitungen oder über mindestens einen Datenbus untereinander verbunden.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass der Ablauf des Testprogramms in Abhängigkeit von den in dem Informationsregister 6 des weiteren Mikrocontrollers 1 abgelegten Informationen über die Hardware des Mikrocontrollers 1 gesteuert wird (vgl. Fig. 3). Nach dem Start des erfindungsgemäßen Verfahrens in Funktionsblock 30 werden in Funktionsblock 31 zunächst Informationen über die Hardware des Mikrocontrollers 1 aus dem Informationsregister 6 eingelesen. In Abhängigkeit der eingelesenen Informationen werden in Funktionsblock 32 Schalter gesetzt, durch die der Ablauf des Testprogramms auf dem Mikroprozessor 12 des Mikrocontrollers 11 beeinflussbar ist. Anschließend wird das Testprogramm mit

- 15 -

den gesetzten Schaltern durchlaufen, was symbolisch durch Funktionsblock 33 angedeutet ist. In Funktionsblock 34 ist das Verfahren beendet.



5        30.06.2000  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart

### Ansprüche

- 10        1.    Verfahren zur Steuerung des Ablaufs eines auf  
mindestens einem Mikroprozessor (2; 12) eines  
Mikrocontrollers (1; 11) ablauffähigen Programms, **dadurch**  
**gekennzeichnet**, dass aus mindestens einem  
Informationsregister (6) eines Mikrocontrollers (1)  
15        Informationen über die Hardware des Mikrocontrollers (1)  
eingeliesen werden und in Abhängigkeit von den eingelesenen  
Informationen mindestens ein Schalter betätigt wird, durch  
den der Ablauf des Programms gesteuert wird.
- 20        2.    Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
dass Informationen über mindestens einen Mikroprozessor (2)  
des Mikrocontrollers (1) und/oder über mindestens ein  
weiteres Bauelement des Mikrocontrollers (1) eingelesen  
werden.
- 25        3.    Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch  
gekennzeichnet, dass der Ablauf eines auf dem mindestens  
einen Mikroprozessor (12) des Mikrocontrollers (11) einer  
Testvorrichtung (17) ablauffähigen Testprogramms zum Testen  
30        eines weiteren Mikrocontrollers (1), eines Steuergeräts (7)  
und/oder eines auf mindestens einem Mikroprozessor (2) des  
weiteren Mikrocontrollers (1) ablauffähigen Steuerprogramms  
in Abhängigkeit von den Informationen über die Hardware des  
weiteren Mikrocontrollers (1) gesteuert wird.
- 35        4.    Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch

gekennzeichnet, dass der Ablauf eines auf mindestens einem Mikroprozessor (2) des Mikrocontrollers (1) eines Steuergeräts (7) ablauffähigen Steuerprogramms zur Steuerung/Regelung von technischen Vorgängen und Prozessen insbesondere in einem Kraftfahrzeug in Abhängigkeit von den Informationen über die Hardware des Mikrocontrollers (1) gesteuert wird.

5. Steuerelement, insbesondere Read-Only-Memory, oder Flash-Memory, für ein Steuergerät (7) einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs oder für eine Testvorrichtung (17) zum Testen eines Mikrocontrollers (1), eines Steuergeräts (7) und/oder eines auf mindestens einem Mikroprozessor (2) des Mikrocontrollers (1) ablauffähigen Programms, wobei auf dem Steuerelement ein Programm abgespeichert ist, das auf einem Rechenggerät, insbesondere auf einem Mikroprozessor (2; 12), ablauffähig und zur Ausführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4 geeignet ist.

6. Mikrocontroller (1; 11) mit mindestens einem Mikroprozessor (2; 12), wobei auf dem mindestens einen Mikroprozessor (2; 12) ein Programm ablauffähig ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Mikrocontroller (1; 11) Mittel zum Einlesen von Informationen über die Hardware eines Mikrocontrollers (1) aus mindestens einem Informationsregister (6) des Mikrocontrollers (1) und mindestens einen in Abhängigkeit von den eingelesenen Informationen betätigbaren Schalter zur Steuerung des Ablaufs des auf dem mindestens einen Mikroprozessor (2; 12) des Mikrocontrollers (1; 11) ablauffähigen Programms aufweist.

7. Mikrocontroller (1; 11) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Einlesen Informationen über mindestens einen Mikroprozessor (2) des

Mikrocontrollers (1) und/oder über mindestens einen weiteres Bauelement des Mikrocontrollers (1) einlesen.

5 8. Mikrocontroller (1; 11) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Informationen über das mindestens eine weitere Bauelement des Mikrocontrollers (1) Informationen über ein internes Speicherelement (3), einen Analog/Digital (A/D)-Wandler (4), einen Digital/Analog (D/A)-Wandler und/oder mindestens einen Datenbus (5)  
10 umfassen.

15 9. Mikrocontroller (11) nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Mikrocontroller (11) Teil einer Testvorrichtung (17) zum Testen eines weiteren Mikrocontrollers (1), eines Steuergeräts (7) und/oder eines auf mindestens einem Mikroprozessor (2) des weiteren Mikrocontrollers (1) ablauffähigen Programms ist.

20 10. Mikrocontroller (1) nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Mikrocontroller (1) Teil eines Steuergeräts (7) zur Steuerung/Regelung von technischen Vorgängen und Prozessen insbesondere in einem Kraftfahrzeug ist.

25

5 30.06.2000  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart

Verfahren zur Steuerung des Programmablaufs in einem  
Mikrocontroller

10

Zusammenfassung

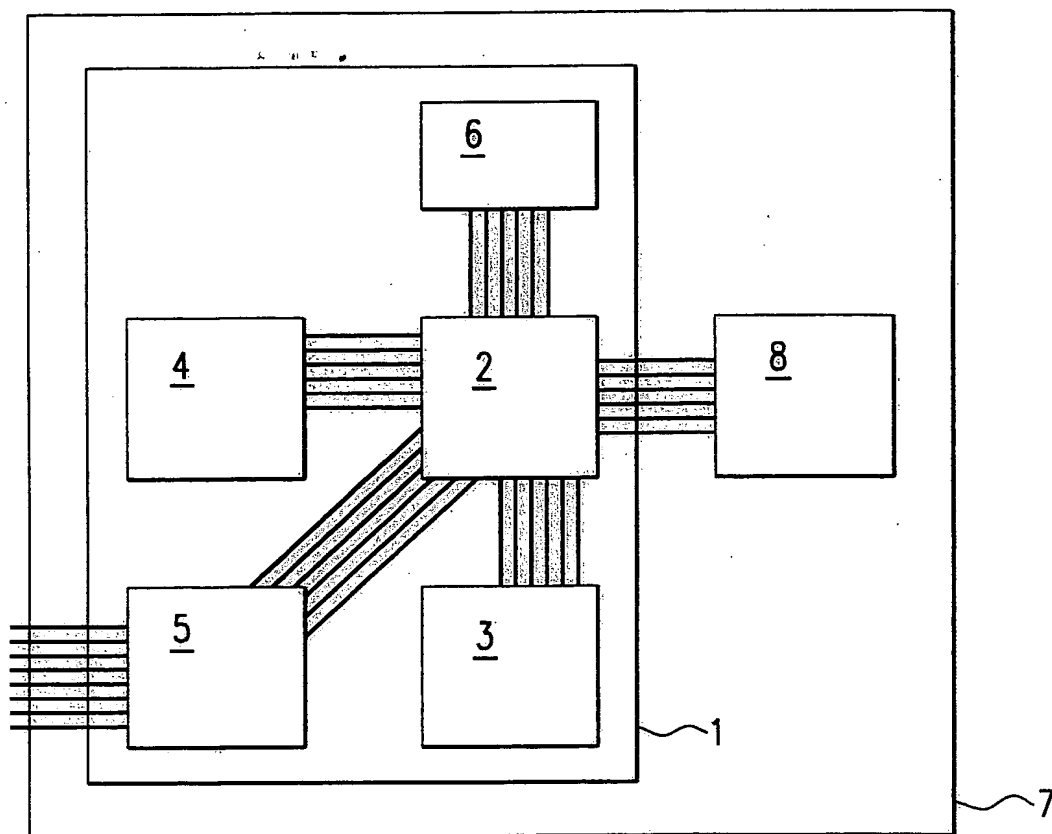
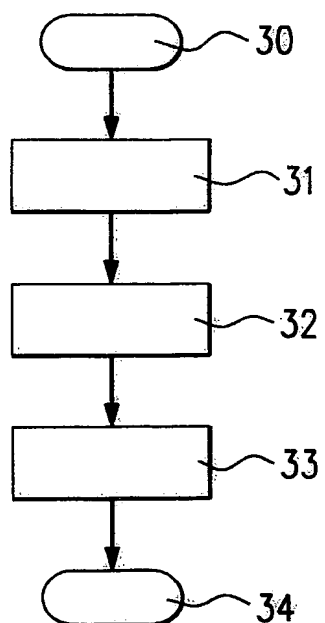
15

20

25

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung des  
Ablaufs eines auf mindestens einem Mikroprozessor (2; 12)  
eines Mikrocontrollers (1; 11) ablauffähigen Programms. Um  
den Ablauf eines auf mindestens einem Mikroprozessor (2;  
12) eines Mikrocontrollers (1; 11) ablauffähigen Programms  
möglichst derart zu steuern, dass das Programm an  
unterschiedliche Controller-Steps eines Mikrocontrollers  
(1) flexibel angepasst werden kann, wird vorgeschlagen,  
dass aus mindestens einem Informationsregister (6) des  
Mikrocontrollers (1) Informationen über die Hardware des  
Mikrocontrollers (1) eingelesen werden und in Abhängigkeit  
von den eingelesenen Informationen mindestens ein Schalter  
betätigt wird, durch den der Ablauf des Programms gesteuert  
wird. (Figur 1)

1 / 2

*Fig. 1**Fig. 3*

2 / 2

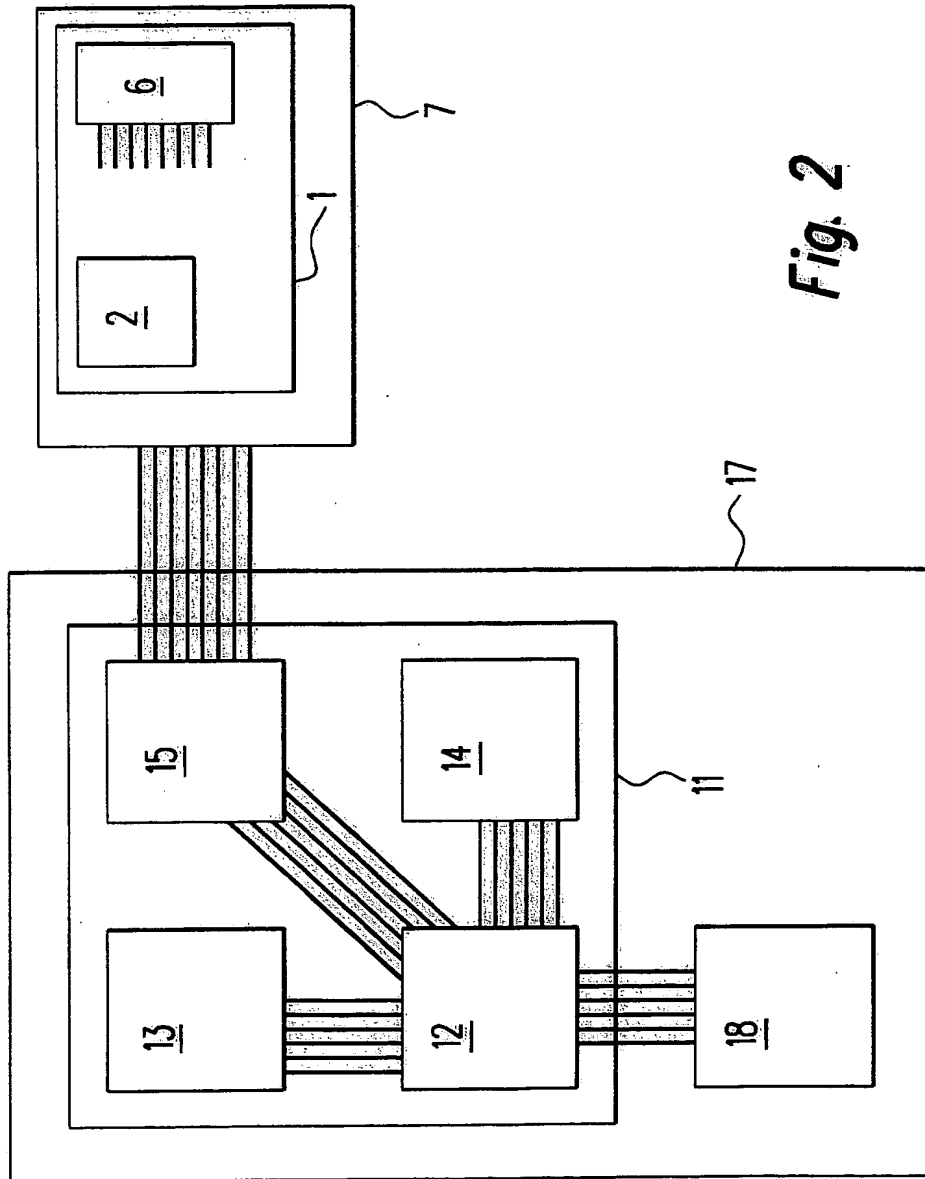


Fig. 2